

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-250370

(43)Date of publication of application : 27.09.1996

(51)Int.Cl.

H01G 4/12  
H01G 4/30

(21)Application number : 07-054375

(71)Applicant : TOSHIBA CORP  
MARCON ELECTRON CO LTD

(22)Date of filing : 14.03.1995

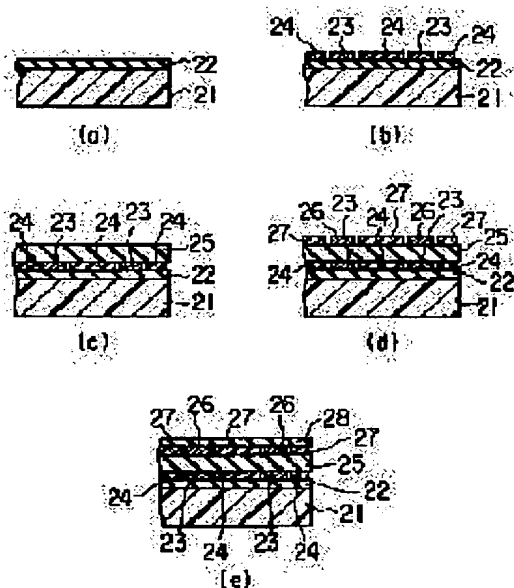
(72)Inventor : HARADA KOICHI  
YAMASHITA YOHACHI  
KANAI HIDEYUKI  
SATO YUICHI  
HANDA KIYOJI  
MUKAEDA SATOSHI

## (54) MANUFACTURE OF MULTILAYERED CERAMIC CAPACITOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a method of manufacturing a multilayered ceramic capacitor of high capacity at a low cost in a short time, wherein a dielectric green sheet and an inner electrode pattern are made thin.

CONSTITUTION: A first process 1 where dielectric green sheets 22, 25, and 28 are formed on a support film 21 through a gravure method, a second process 2 where first inner electrode patterns and level difference eliminating dielectric patterns 24 and 27 are formed on the dielectric green sheets 22, 25, and 28 through a gravure method and dried up, a third process 3 where dielectric green sheets 22, 25, and 28 are formed on all the surface through a gravure method and dried up, and a fourth process 4 where second inner electrode patterns and level difference eliminating dielectric patterns 24 and 27 are formed on the dielectric green sheets 22, 25, and 28 and dried up are provided. The above processes 1 to 4 are carried out twice or more.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-250370

(43) 公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 G	4/12	3 6 4	H 0 1 G	4/12 3 6 4
	4/30	3 1 1		4/30 3 1 1 F

審査請求 未請求 請求項の数 2

O L

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-54375

(22) 出願日 平成7年(1995)3月14日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71) 出願人 000113861

マルコン電子株式会社

山形県長井市幸町1番1号

(72) 発明者 原田 耕一

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社  
東芝柳町工場内

(72) 発明者 山下 洋八

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社  
東芝柳町工場内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

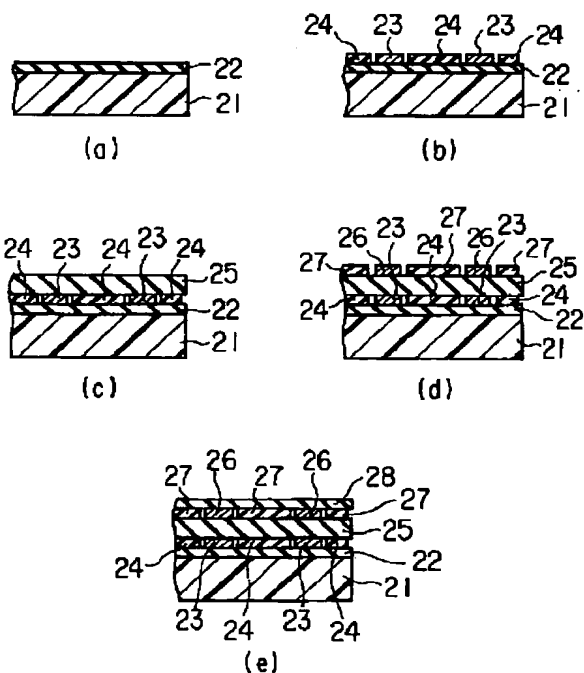
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層セラミックコンデンサの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 誘電体グリーンシートおよび内部電極用パターンを薄膜化して高容量化を達成した積層セラミックコンデンサを短時間でかつ低コストで製造し得る方法を提供しようとするものである。

【構成】 (1) 支持フィルム上にグラビア印刷により誘電体グリーンシートを形成した後、乾燥する工程と、(2) 誘電体グリーンシート上にグラビア印刷により複数の第1内部電極用パターン、段差解消用誘電体パターンを形成した後、これらのパターンを乾燥する工程と、(3) 全面にグラビア印刷により誘電体グリーンシートを形成した後、乾燥する工程と、(4) 誘電体グリーンシート上にグラビア印刷により複数の第2内部電極用パターン、段差解消用誘電体パターンを形成した後、これらのパターンを乾燥する工程と、(5) 前記(1)～(4)の工程を複数回繰り返す工程とを具備したことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 (1) 支持フィルム上にグラビア印刷により誘電体グリーンシートを形成した後、乾燥する工程と、

(2) 前記誘電体グリーンシート上にグラビア印刷により複数の第1内部電極用パターンを形成し、さらにグラビア印刷により前記パターン間の前記誘電体グリーンシート上に複数の段差解消用誘電体パターンを形成した後、これらのパターンを乾燥する工程と、

(3) 全面にグラビア印刷により誘電体グリーンシートを形成した後、乾燥する工程と、

(4) 前記誘電体グリーンシート上にグラビア印刷により前記第1内部電極用パターンと異なる複数の第2内部電極用パターンを形成し、さらにグラビア印刷により前記パターン間の前記誘電体グリーンシート上に複数の段差解消用誘電体パターンを形成した後、これらのパターンを乾燥する工程と、

(5) 前記(1)～(4)の工程を複数回繰り返す工程とを具備したことを特徴とする積層セラミックコンデンサの製造方法。

【請求項2】 (1) 支持フィルム上にグラビア印刷により第1層誘電体グリーンシートを形成した後、乾燥する工程と、

(2) 前記誘電体グリーンシート上にグラビア印刷により複数の第1内部電極用パターンを形成し、さらにグラビア印刷により前記パターン間の前記誘電体グリーンシート上に複数の段差解消用誘電体パターンを形成した後、これらのパターンを乾燥する工程と、

(3) 全面にグラビア印刷により誘電体グリーンシートを形成した後、乾燥する工程と、

(4) 前記第2層誘電体グリーンシート上にグラビア印刷により前記第1内部電極用パターンと異なる複数の第2内部電極用パターンを形成し、さらにグラビア印刷により前記パターン間の前記誘電体グリーンシート上に複数の段差解消用誘電体パターンを形成した後、これらのパターンを乾燥する工程と、

(5) 前記(1)～(4)の工程を少なくとも1回行うことにより得られた積層物を前記支持フィルムから剥離し、誘電体からなるカバーシートに重ねる操作を複数回行う工程とを具備したことを特徴とする積層セラミックコンデンサの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、積層セラミックコンデンサの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】積層セラミックコンデンサは、多数のセラミックからなる誘電体層と、これら誘電体層の間に配置され、一端が対向する側面に交互に露出する内部電極と、前記対向する側面にそれぞれ設けられた一対の外部

電極とから構成されている。近年、このような積層セラミックコンデンサにおいて、小型、大容量化が進んでおり、これに伴って誘電体を薄膜化することが要求されている。

【0003】ところで、従来、積層セラミックコンデンサは次のような方法により製造されていた。まず、支持フィルム上に誘電体粉末と有機バインダを含むペーストをスクリーン印刷し、乾燥することにより誘電体グリーンシートを形成する。つづいて、この誘電体グリーンシート上に導電材を含むペーストをスクリーン印刷し、乾燥することにより第1内部電極用パターンを形成する。この第1内部電極用パターン間に位置する前記グリーンシート上に誘電体粉末と有機バインダを含むペーストをスクリーン印刷し、乾燥することにより前記パターンの段差を解消する誘電体パターンを形成する。全面に誘電体粉末と有機バインダを含むペーストをスクリーン印刷し、乾燥することにより誘電体グリーンシートを形成する。この誘電体グリーンシート上に導電材を含むペーストをスクリーン印刷し、乾燥することにより第1内部電極用パターンと異なる第2内部電極用パターンを形成する。この第2内部電極用パターン間に位置する前記グリーンシート上に誘電体粉末と有機バインダを含むペーストをスクリーン印刷し、乾燥することにより前記パターンの段差を解消する誘電体パターンを形成する。以上のような工程により形成された積層物を前記支持フィルムから剥離し、これら積層物をカバーシートの間に重ね、加熱加圧して一体化した後、その厚さ方向に切断して個々のユニットを切り出す。その後、焼結し、一対の外部電極を焼き付けることによって積層セラミックコンデンサを製造する。

【0004】しかしながら、前記従来の方法ではスクリーン印刷の毎に乾燥を行う必要があるため、操作が複雑化する。また、乾燥後の誘電体グリーンシートの表面には凹凸が生じるため、例えば3 $\mu$ m以下程度の薄いグリーンシートを作製することが困難になる。また、前記グリーンシート表面に薄い内部電極用パターンを形成すると段切れを生じる恐れがある。その結果、積層セラミックコンデンサを薄膜化することが困難であった。

【0005】一方、積層セラミックコンデンサの別の製造方法としては次に説明するようにグラビア印刷技術を用いる方法が知られている。まず、長尺の支持フィルム上に誘電体粉末と有機バインダを含むスラリーをグラビア印刷し、乾燥して誘電体グリーンシートを形成した後、巻回して巻回物を作製する。つづいて、前記巻回物から巻き出された長尺支持フィルムの誘電体グリーンシート上に導電材を含むスラリーをグラビア印刷し、乾燥して内部電極パターンを形成した後、巻回する。この巻回物から巻き出された長尺の支持フィルム上の前記電極パターン間に誘電体粉末と有機バインダを含むスラリーをグラビア印刷し、乾燥して段差埋め部を形成した後、

巻回する。このような工程を経た巻回物から支持フィルムを巻き出し、前記支持フィルムから内部電極パターンおよび段差埋め部が形成された誘電体グリーンシートを剥離し、これをセラミックからなるカバーシートに転写する操作を複数回行って所望の積層物とし、さらにセラミックからなるカバーシートを最上層に重ね、加熱加圧して一体化した後、その厚さ方向に切断して個々のユニットを切り出す。その後、焼結し、一対の外部電極を焼き付けることによって積層セラミックコンデンサを製造する。

【0006】しかしながら、前記グラビア印刷技術を用いる積層セラミックコンデンサの製造方法は内部電極パターンおよび段差埋め部が形成された誘電体グリーンシートの剥離、転写を層数分行う必要があるため、製造が繁雑になり、かつ支持フィルム自体も相当消費する。また、内部電極パターンおよび段差埋め部が形成された誘電体グリーンシートは薄いために、このグリーンシートを支持フィルムから剥離する際に破損したり、亀裂が生じたりする。したがって、前記破損等を回避するためには前記セラミックグリーンシートを厚くする必要があり、積層セラミックコンデンサの高容量化が制約される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、誘電体グリーンシートおよび内部電極用パターンを薄膜化して高容量化を達成した積層セラミックコンデンサを短時間でかつ低コストで製造し得る方法を提供しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係わる積層セラミックコンデンサの製造方法は、(1) 支持フィルム上にグラビア印刷により誘電体グリーンシートを形成した後、乾燥する工程と、(2) 前記誘電体グリーンシート上にグラビア印刷により複数の第1内部電極用パターンを形成し、さらにグラビア印刷により前記パターン間の前記誘電体グリーンシート上に複数の段差解消用誘電体パターンを形成した後、これらのパターンを乾燥する工程と、(3) 全面にグラビア印刷により誘電体グリーンシートを形成した後、乾燥する工程と、(4) 前記誘電体グリーンシート上にグラビア印刷により前記第1内部電極用パターンと異なる複数の第2内部電極用パターンを形成し、さらにグラビア印刷により前記パターン間の前記誘電体グリーンシート上に複数の段差解消用誘電体パターンを形成した後、これらのパターンを乾燥する工程と、(5) 前記(1)～(4)の工程を複数回繰り返す工程とを具備したことを特徴とするものである。

【0009】本発明に係わる別の積層セラミックコンデンサの製造方法は、(1) 支持フィルム上にグラビア印刷により第1層誘電体グリーンシートを形成した後、乾燥する工程と、(2) 前記誘電体グリーンシート上にグラビ

ア印刷により複数の第1内部電極用パターンを形成し、さらにグラビア印刷により前記パターン間の前記誘電体グリーンシート上に複数の段差解消用誘電体パターンを形成した後、これらのパターンを乾燥する工程と、(3) 全面にグラビア印刷により誘電体グリーンシートを形成した後、乾燥する工程と、(4) 前記第2層誘電体グリーンシート上にグラビア印刷により前記第1内部電極用パターンと異なる複数の第2内部電極用パターンを形成し、さらにグラビア印刷により前記パターン間の前記誘電体グリーンシート上に複数の段差解消用誘電体パターンを形成した後、これらのパターンを乾燥する工程と、(5) 前記(1)～(4)の工程を少なくとも1回行うことにより得られた積層物を前記支持フィルムから剥離し、誘電体からなるカバーシートに重ねる操作を複数回行う工程とを具備したことを特徴とするものである。

【0010】以下、本発明に係わる積層セラミックコンデンサの製造方法を図1に示すグラビア印刷装置、図2の(a)～(e)に示すグラビア印刷工程、図3に示す内部電極用パターンの形成工程および図4に示す製造された積層セラミックコンデンサを参照して詳細に説明する。

【0011】図1は、本発明の積層セラミックコンデンサの製造に用いられるグラビア印刷装置を示す概略図である。図中の1は、支持フィルムの巻出しロールである。前記支持フィルムの供給側には、送りロール2を介してグリーンシート形成ゾーン3と、第1内部電極および段差解消のパターン形成ゾーン4と、グリーンシート形成ゾーン（図示せず）と、第2内部電極および段差解消のパターン形成ゾーン（図示せず）と、最終段のグリーンシート形成ゾーン5が配置され、さらに巻取りロール6が配置されている。前記グリーンシート形成ゾーン3、5は、乾燥室7と、この乾燥室7の底部に配置されたグリーンシート用グラビアロール8と、このロール8に対向して配置された当てロール9と、前記支持フィルムを前記乾燥室7内に搬送させるための複数の送りロール2とを備えている。第1内部電極および段差解消のパターン形成ゾーン4は、乾燥室10と、この乾燥室10の底部に配置された内部電極パターン用グラビアロール11と、前記乾燥室10の底部に配置された段差解消パターン用グラビアロール12と、これらのロール11、12に対向して配置された当てロール13と、前記支持フィルムを前記乾燥室10内に搬送させるための複数の送りロール2とを備えている。図示しない第2内部電極および段差解消のパターン形成ゾーンにおいても、乾燥室と、この乾燥室の底部に配置された内部電極パターン用グラビアロールと、前記乾燥室の底部に配置された段差解消パターン用グラビアロールと、これらのロールに対向して配置された当てロールと、前記支持フィルムを前記乾燥室内に搬送させるための複数送りロールとを備えている。

【0012】(I) まず、図1に示すグラビア印刷装置の巻出しロール1から長尺の支持フィルム21を送りロール2を介してグリーンシート形成ゾーン3に搬送し、グラビアロール8と当てロール9間を通過させることにより誘電体粉末および有機バインダを含むスラリーをグラビア印刷し、さらに送りロール2により乾燥室7内を搬送して乾燥させる。この工程により、図2の(a)に示すように支持フィルム21上に誘電体グリーンシート22が形成される。

【0013】(II) 誘電体グリーンシートが形成された支持フィルム21を、送りロール2を介して第1内部電極および段差解消のパターン形成ゾーン4に搬送し、内部電極パターン用グラビアロール11と当てロール13間を通過させて導電材を含むスラリーをグラビア印刷し、さらに段差解消パターン用グラビアロール12と当てロール13間を通過させて誘電体粉末および有機バインダを含むスラリーをグラビア印刷した後、送りロール2により乾燥室10内を搬送して乾燥させる。この工程により、図2の(b)および図3の(A)に示すように支持フィルム21上の誘電体グリーンシート22に第1内部電極用パターン23および段差解消用誘電体パターン24が形成される。

【0014】(III) 第1内部電極用パターンおよび段差解消用パターンが形成された支持フィルム21を送りロール2を介してグリーンシート形成ゾーン(図示せず)に搬送し、グラビアロールと当てロール間を通過させることにより誘電体粉末および有機バインダを含むスラリーをグラビア印刷し、さらに送りロール2により乾燥室7内を搬送して乾燥させる。この工程により、図2の(c)に示すように第1内部電極用パターン23および段差解消用誘電体パターン24に誘電体グリーンシート25が形成される。

【0015】(IV) 2層目の誘電体グリーンシートが形成された支持フィルム21を送りロール2を介して第2内部電極および段差解消のパターン形成ゾーン(図示せず)に搬送し、内部電極パターン用グラビアロールと当てロール間を通過させて導電材を含むスラリーをグラビア印刷し、さらに段差解消パターン用グラビアロールと当てロール間を通過させて誘電体粉末および有機バインダを含むスラリーをグラビア印刷した後、送りロールにより乾燥室内を搬送して乾燥させる。この工程により、図2の(d)および図3の(B)に示すように2層目の誘電体グリーンシート25上に第2内部電極用パターン26および段差解消用誘電体パターン27が形成される。

【0016】(V) 第2内部電極用パターンおよび段差解消用パターンが形成された支持フィルム21を送りロール2を介して最終段のグリーンシート形成ゾーン5に搬送し、グラビアロール8と当てロール9間を通過させて誘電体粉末および有機バインダを含むスラリーをグラビア

印刷し、さらに送りロール2により乾燥室7内を搬送して乾燥させる。この工程により、図2の(e)に示すように第2内部電極用パターン26および段差解消用誘電体パターン27上に誘電体グリーンシート28が形成する。

【0017】(VI) 次いで、前記(I)～(V)の工程を経た支持フィルム21を巻取ロール6に巻き取る。つづいて、前記巻取ロール6を巻出しロール1として前記(I)～(V)の工程を行う操作を繰り返して、支持フィルム21上に所望層数の積層物を形成する。

【0018】(VII) 次いで、前記支持フィルム上の積層物を剥離し、この積層物を誘電体セラミックからなるカバーシートに重ね、最上層に別のカバーシートを重ねた後、加熱加圧し、所望形状に切断する。その後、焼結し、一対の外部電極を焼き付けることによって図4に示す積層セラミックコンデンサ41を製造する。得られた積層セラミックコンデンサ41は、誘電体からなる多数の誘電体層42と、これら誘電体層42の間に配置され、一端が対向する側面に交互に露出する内部電極43a、43bと、前記対向する側面にそれぞれ設けられた一対の外部電極44a、44bとから構成されている。

【0019】前記(I)～(V)の工程で支持フィルム上に形成した積層物は、10 $\mu$ m以上、より好ましくは15～50 $\mu$ mの厚さを有することが望ましい。このような厚さの積層物を形成することによって、巻取り時やその後の再グラビア印刷工程において前記積層物が破損するのを防止することが可能になる。

【0020】前記第1、第2の内部電極用パターンに周囲に形成される段差解消用誘電体パターンの材料は同一であっても異なってもよい。なお、前述した積層セラミックコンデンサの製造に用いられるグラビア印刷装置において最終段にグリーンシート形成ゾーンを配置したが、このゾーンを省略してもよい。ただし、巻取りロールに巻き取る際に第2内部電極用パターンおよび段差解消用パターンが最上層に位置して露出することによる損傷を防止する観点から、巻取り時において最上層に誘電体グリーンシートが形成されることが好ましい。

【0021】また、前述した積層セラミックコンデンサの製造においてグリーンシート形成ゾーンと、第1内部電極および段差解消のパターン形成ゾーンと、グリーンシート形成ゾーン(図示せず)と、第2内部電極および段差解消のパターン形成ゾーン(図示せず)とを1ユニットとし、複数のユニットを巻出しロールと巻取りロールの間に配置し、前記ユニットの最終段にグリーンシート形成ゾーンを配置した構造のグラビア印刷装置を用いてもよい。

【0022】さらに、前述した積層セラミックコンデンサの製造するためのグラビア印刷工程において、支持フィルムにグラビア印刷により先に誘電体グリーンシートを形成したが、図5に示すように第1内部電極用パター

ン 23 および段差解消用誘電体パターン 24 を支持フィルム 21 上に先に形成し、しかる後に第 1 層目の誘電体グリーンシート 22 の形成、第 2 内部電極用パターン 26 および段差解消用誘電体パターン 27 の形成、第 2 層目の誘電体グリーンシート 25 の形成を行ってもよい。

【0023】次に、本発明に係わる別の積層セラミックコンデンサの製造方法を図 6 および図 7 を参照して詳細に説明する。まず、前述した (I) ~ (V) の工程に従ってグラビア印刷を行うことにより図 6 に示す支持フィルム 21 上に誘電体グリーンシート 22 と、第 1 内部電極用パターン 23 および段差解消用誘電体パターン 24 と、誘電体グリーンシート 25 と、第 2 内部電極用パターン 26 および段差解消用誘電体パターン 27 と、誘電体グリーンシート 28 とをこの順序で形成する。つづいて、図 7 の (A)、(B) に示すように前記支持フィルム 21 を所望長さに切断し、その上の積層物 29 を支持フィルム 21 から剥離し、誘電体からなるカバーシート 30 に圧着する剥離・圧着を繰り返して所望の層数の積層体 31 を形成する。ひきつづき、積層体の最上層に別のカバーシートを重ねて加熱加圧した後、所望寸法に切断する。その後、焼結し、一対の外部電極を焼き付けることにより前述した図 4 に示す積層セラミックコンデンサ 41 を製造する。

【0024】前記 (I) ~ (V) の工程で支持フィルム上に形成した積層物そのものを剥離して、カバーシートに圧着する場合には、 $10\mu\text{m}$  以上、より好ましくは  $15\sim 50\mu\text{m}$  の厚さの積層物にすることが望ましい。このような厚さの積層物は、支持フィルムからの剥離時に破損するのを抑制できる。

【0025】なお、図 8 の (A)、(B) に示すように前記支持フィルム 21 を所望長さに切断し、支持フィルム 21 上のその上の積層物 29 を誘電体からなるカバーシート 30 に圧着剥離する圧着・剥離を繰り返して所望の層数の積層体 31 を形成してもよい。

【0026】また、剥離・圧着または圧着剥離する支持フィルム上の積層物は誘電体グリーンシート 22 と、第 1 内部電極用パターン 23 および段差解消用誘電体パターン 24 と、誘電体グリーンシート 25 と、第 2 内部電極用パターン 26 および段差解消用誘電体パターン 27 と、誘電体グリーンシート 28 とを 1 ユニットとした 2 ユニット以上のものでもよい。

【0027】グラビア印刷により内部電極用パターン、段差解消用誘電体パターンを形成した後の乾燥は、熱風のみではなく、各パターンの形成に用いられるスラリーに予め紫外線硬化性物質を含有させて紫外線照射を併用させてもよい。また、前記各パターンの形成に用いられるスラリーの溶剤は、水系を用いることもできる。また、誘電体グリーンシートの作製に際しては、所定の膜厚を得るために 1 回当たりの膜厚を薄くしてシートの形成・乾燥を複数回つづけて行ってもよい。

## 【0028】

【作用】本発明に係わる積層セラミックコンデンサの製造方法によれば、支持フィルム上にグラビア印刷により誘電体グリーンシートと、第 1 内部電極用パターンおよび段差解消用誘電体パターンと、誘電体グリーンシートと、第 2 内部電極用パターンおよび段差解消用誘電体パターンとを形成する工程を複数回繰り返すことによって、前記支持フィルム上に比較的厚い積層物を形成することができる。その結果、前記積層物をセラミックからなるカバーシートに積層・圧着するために前記支持フィルム上から剥離する際、前記積層物が破損されるのを防止できる。したがって、前記積層物を構成する誘電体グリーンシート等の厚さを従来法に比べて著しく薄くできるため、高容量で高信頼性の積層セラミックコンデンサを高歩留まりで製造することができる。

【0029】また、誘電体グリーンシート上にグラビア印刷により複数の内部電極用パターンを形成し、さらにグラビア印刷により前記パターン間の前記誘電体グリーンシート上に複数の段差解消用誘電体パターンを形成した後、これらのパターンを乾燥することによって、内部電極用パターンと段差解消用誘電体パターンとを高精度で形成できると共に乾燥時間の短縮を図ることができる。

【0030】さらに、支持フィルム上に多層の積層物を形成することによって、従来法に比べて支持フィルムの消費量を低減でき、積層セラミックコンデンサを低コストで製造できる。

【0031】また、本発明に係わる別の積層セラミックコンデンサの製造方法によれば、支持フィルム上にグラビア印刷により誘電体グリーンシートと、第 1 内部電極用パターンおよび段差解消用誘電体パターンと、誘電体グリーンシートと、第 2 内部電極用パターンおよび段差解消用誘電体パターンとを形成する工程を少なくとも 1 回行うことにより得られた比較的厚い積層物を前記支持フィルムから剥離し、誘電体からなるカバーシートに重ねる操作を複数回行うことによって、前記支持フィルムからの剥離時に積層物が破損されるのを防止できる。したがって、前記積層物を構成する誘電体グリーンシート等の厚さを従来法に比べて薄くできるため、高容量で高信頼性の積層セラミックコンデンサを高歩留まりで製造することができる。さらに、前述したように内部電極用パターンと段差解消用誘電体パターンとを高精度で形成できると共に乾燥時間の短縮を図ることができ、しかも従来法に比べて支持フィルムの消費量を低減できる。

## 【0032】

【実施例】以下、本発明の実施例を前述した図面を参照して詳細に説明する。

### 実施例 1

Pb、Ba、Mg、Zn、Nb および Ti の酸化物を所望の組成比になるように配合した後、混合粉碎、仮焼し

て  $(\text{Pb}_{0.875} \text{Ba}_{0.125}) [(\text{Mg}_{1/3} \text{Nb}_{2/3})_{0.5} (\text{Zn}_{1/3} \text{Nb}_{2/3})_{0.3} \text{Ti}_{0.2}] \text{O}_3$  の組成を有する誘電体粉末を作製した。前記誘電体粉末に有機バインダおよび溶剤を添加してスラリーを調製した。つづいて、図1に示すグラビア印刷装置のグリーンシート形成ゾーン3のグラビアロール8に前記スラリーを供給し、離型処理が施された厚さ  $50 \mu\text{m}$  の合成樹脂製支持フィルム上に前記スラリーをグラビア印刷し、乾燥することにより厚さ  $3 \mu\text{m}$  の誘電体グリーンシートを形成した。

【0033】前記支持フィルムを、図1に示す第1内部電極および段差解消のパターン形成ゾーン4に搬送し、ここで前記誘電体グリーンシート上に  $\text{Ag}/\text{Pd} = 70/30$  (wt%) の導体粉末を含む導体ペーストを内部電極パターン用グラビアロール11を用いて印刷し、さらに前記スラリーを段差解消パターン用グラビアロール12を用いて印刷した後、乾燥することにより厚さ  $2 \mu\text{m}$  の第1内部電極用パターンを形成すると共に段差解消用誘電体パターンを前記パターンの周囲に形成した。

【0034】前記支持フィルムを、図1に示すグリーンシート形成ゾーン（図示せず）に搬送し、ここで第1内部電極用パターンおよび段差解消用誘電体パターン上に前記スラリーをグラビアロールを用いて印刷し、乾燥することにより厚さ  $6 \mu\text{m}$  の誘電体グリーンシートを形成した。

【0035】前記支持フィルムを、図1に示す第2内部電極および段差解消のパターン形成ゾーン（図示せず）に搬送し、ここで前記誘電体グリーンシート上に前記導体ペーストを内部電極パターン用グラビアロールを用いて印刷し、さらに前記スラリーを段差解消パターン用グラビアロールを用いて印刷した後、乾燥することにより厚さ  $2 \mu\text{m}$  の第2内部電極用パターンを形成すると共に段差解消用誘電体パターンを前記パターンの周囲に形成した。

【0036】前記支持フィルムを、図1に示す最終段のグリーンシート形成ゾーン5に搬送し、ここで第2内部電極用パターンおよび段差解消用誘電体パターン上に前記スラリーをグラビアロール8を用いて印刷し、乾燥することにより厚さ  $3 \mu\text{m}$  の誘電体グリーンシートを形成した。

【0037】以上のような工程を経た図2の(e)に示す構造を有する支持フィルムを巻取りロール6に  $100 \text{m}$  巻き取り、再度、同様な工程を5回繰り返すことにより厚さ  $70 \mu\text{m}$  の積層物を前記支持フィルム上に形成した。この積層物は表面が平滑でピンホールのような欠陥は認められなかった。

【0038】次いで、前記積層物を有する支持フィルムを切断して一辺が約  $15 \text{cm}$  の正方形を有する20枚の支持フィルム片を作製した。つづいて、前記支持フィルム片から剥離した積層物を厚さ約  $150 \mu\text{m}$  で前記誘

電体グリーンシートと同材質の第1カバーシート上に重ね、 $30 \text{kg}/\text{cm}^2$ 、 $100^\circ\text{C}$  の条件で10秒間圧着して積層膜を形成した。その後、残りの19枚の支持フィルム片も同様な手順により前記積層膜の最上層に順次積層することにより多層の積層膜を形成した。

【0039】次いで、前記多層の積層膜上に厚さ約  $150 \mu\text{m}$  で前記誘電体グリーンシートと同材質の第2カバーシートを重ねて加圧し、一体化した。その後、個々のチップに切断した後、 $1050^\circ\text{C}$ 、2時間焼結し、外部電極としてAgを主体とする導体粉末を含む導体ペーストを焼き付けることによって  $3.2 \text{mm} \times 1.6 \text{mm} \times 1.0 \text{mm}$  の寸法の積層セラミックコンデンサ(MLC)を製造した。このMLCは、セラミックからなる誘電体層の1層あたりの厚さが約  $5 \mu\text{m}$  であった。

【0040】比較例1

実施例1同様な誘電体粉末に有機バインダおよび溶剤を添加してスラリーを調製し、このスラリーをロールコータ装置を用いて厚さ  $50 \mu\text{m}$  の合成樹脂製支持フィルム上に塗布し、乾燥して厚さ  $6 \mu\text{m}$  の誘電体グリーンシートを形成した。つづいて、熱転写装置により前記誘電体グリーンシート上に  $\text{Ag}/\text{Pd} = 70/30$  (wt%) の導体粉末を含む導体ペーストを塗布して厚さ  $2 \mu\text{m}$  の内部電極用パターンを形成した。つづいて、前記内部電極パターン周囲の前記誘電体グリーンシート上にスクリーン印刷により前記グリーンシートと同材質の段差解消用誘電体パターンを形成し、乾燥した。その後、誘電体グリーンシートと内部電極パターンおよび段差解消用誘電体パターンからなる複合シートを有する支持フィルムを一辺が約  $15 \text{cm}$  の正方形に切断して100枚の支持フィルム片を作製した。

【0041】次いで、厚さ約  $150 \mu\text{m}$  で前記誘電体グリーンシートと同材質の第1カバーシート上に、前記支持フィルム片から剥離した複合シートを重ね、 $30 \text{kg}/\text{cm}^2$ 、 $100^\circ\text{C}$  の条件で10秒間圧着した。その後、残りの99枚の支持フィルム片の複合シートも同様な手順により前記積層膜の最上層に順次積層することにより多層の積層膜を形成した。

【0042】次いで、前記多層の積層膜上に厚さ約  $150 \mu\text{m}$  で前記誘電体グリーンシートと同材質の第2カバーシートを重ねて加圧し、一体化した。つづいて、得られた積層体を個々のチップに切断した後、 $1050^\circ\text{C}$ 、2時間焼結し、外部電極としてAgを主体とする導体粉末を含む導体ペーストを焼き付けることによって  $3.2 \text{mm} \times 1.6 \text{mm} \times 1.0 \text{mm}$  の寸法のMLCを製造した。このMLCは、セラミックからなる誘電体層の1層あたりの厚さが約  $5 \mu\text{m}$  であった。

【0043】本実施例1および比較例1により得られたそれぞれ100個のMLCについて、 $1 \text{kHz}$ 、 $1 \text{V}$  の交流での容量および誘電損失を測定した。さらに、 $100 \text{V}$  の直流電圧を5秒間印加する耐圧試験を行った。試



験後、容量 $8.0\mu\text{F}$ 以下、誘電損失 $2.5\%$ 以上、絶縁抵抗 $500\Omega$ 以下の規格外のMLCを不良率として判定して歩留まりを求めた。その結果、実施例1では歩留まりが $95\%$ であった。これに対し、比較例1では歩留まりが $10\%$ であった。

#### 【0044】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば誘電体グリーンシートおよび内部電極用パターンを薄膜化して高容量化を達成した積層セラミックコンデンサを短時間でかつ低コストで製造し得る方法を提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

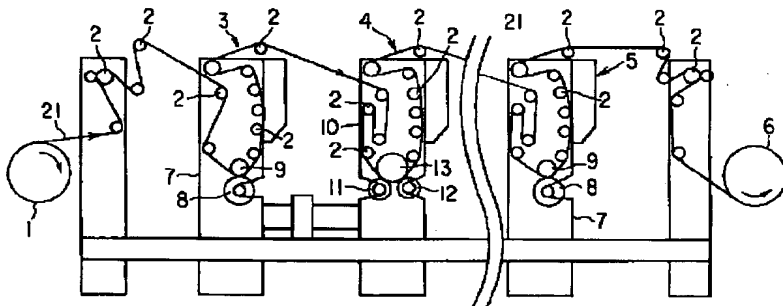
【図1】本発明の積層セラミックコンデンサの製造方法に用いられるグラビア印刷装置を示す概略。

【図2】本発明の積層セラミックコンデンサの製造におけるグラビア印刷工程を示す断面図。

【図3】グラビア印刷により形成された内部電極用パターンを示す平面図。

【図4】本発明により製造された積層セラミックコンデンサを示す部分切欠斜視図。

【図1】



【図5】本発明の別のMLCの製造方法に用いられる第1複合シートを示す断面図。

【図6】本発明の積層セラミックコンデンサの製造方法に用いられる積層物が形成された支持フィルムを示す断面図。

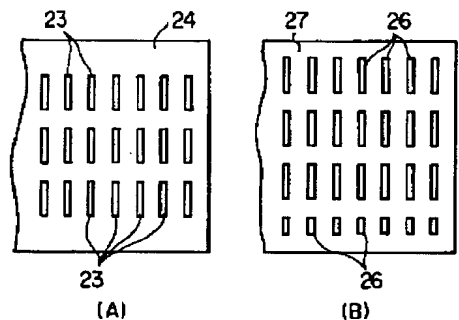
【図7】本発明の積層セラミックコンデンサの製造方法における積層物の剥離・圧着工程を示す断面図。

【図8】本発明の積層セラミックコンデンサの製造方法における積層物の圧着・剥離工程を示す断面図。

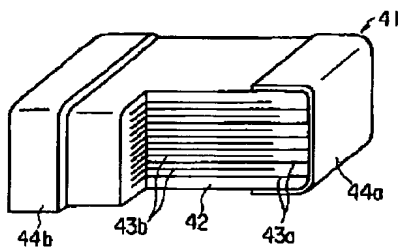
#### 【符号の説明】

1…巻出しロール、6…巻取りロール、8、11、12…グラビアロール、9、13…当てロール、21…支持フィルム、22、25、28…誘電体グリーンシート、23、26…内部電極用パターン、24、27…段差解消用誘電体パターン、29…積層物、30…カバーシート、31…積層体、41…積層セラミックコンデンサ、43a、43b…内部電極、44a、44b…外部電極。

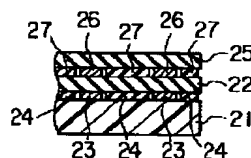
【図3】



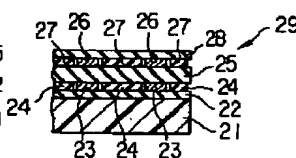
【図4】



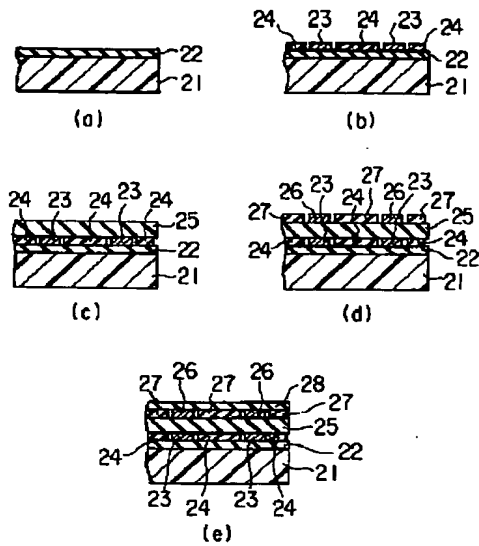
【図5】



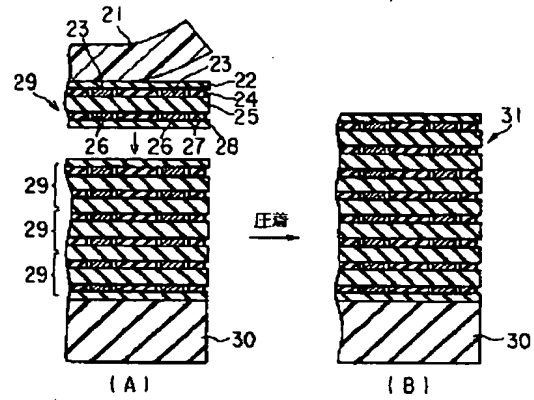
【図6】



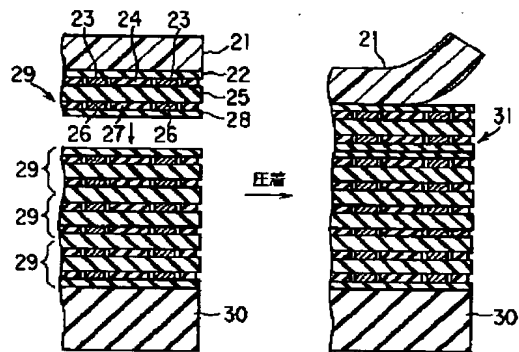
【図2】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 金井 秀之  
神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社  
東芝柳町工場内

(72)発明者 佐藤 雄一  
神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社  
東芝柳町工場内

(72)発明者 半田 喜代二  
山形県長井市幸町1番1号 マルコン電子  
株式会社内

(72)発明者 迎田 聡  
山形県長井市幸町1番1号 マルコン電子  
株式会社内

BEST AVAILABLE COPY